



Uji Coba Karakterisasi Contoh Produk Inovasi Briket Batubara Biomasa di Pusat Penelitian Fisika – LIPI Bandung

Supriyatno*

Kelompok Energi – Pusat Penelitian Fisika – LIPI
Jl. Cisit No. 21/154D Komp. LIPI Bandung Telp. 022-2507773 Fax. 022-2503050
E-mail : supriyatno03@yahoo.com / supriyatno04@gmail.com

Abstrak

Pada kegiatan penelitian dan pengembangan di Pusat Penelitian Fisika LIPI Bandung telah dilakukan penelitian dengan judul "Peningkatan Kualitas Briket Batubara untuk Tungku Rumah Tangga/Industri Kecil" dengan hasil berupa contoh produk inovasi briket batubara-biomassa yang diharapkan dapat memenuhi kriteria ramah lingkungan. Briket batubara biomasa ini merupakan hasil optimasi dari jumlah kombinasi antara batubara dan biomassa arang, ukuran mesh dari butiran bahan baku dan bentuk briket tersebut. Untuk memperoleh kinerja terbaik dari contoh produk briket telah dilakukan uji coba karakterisasi dengan menggunakan tungku briket yang dirancang dan dibuat memenuhi standar tungku dengan kinerja optimal, dimana ruang bakar tungku terbuat dari bahan tahan api keramik dengan pelindung selubung pelat logam aluminium yang berfungsi mempercepat pemanasan ruang bakar. Pengujian karakterisasi contoh produk briket dengan menggunakan tungku uji dan dilakukan dalam berbagai kondisi yang tertentu dengan parameter uji cara pembentukan (manual, mesin). Cara pengeringan briket (angin, oven), penggunaan bahan perekat (kanji, lem kayu-semen). Hasil pengujian dengan kinerja tungku terbaik (daya panas(kW) 0.83, efisiensi (%) 47.81, Waktu nyala awal 5 menit) dapat menunjukkan parameter yang berpengaruh positif terhadap kinerja contoh produk inovasi briket batubara-biomassa antara lain cara pencetakan dengan mesin, pengeringan oven dan penggunaan perkat lem kayu-semen.

Kata kunci briket batubara-biomassa; karakterisasi; tungku uji; parameter uji; kinerja tungku

Abstract

In research and development activities at the Research Center for Physics LIPI Bandung has been conducted research with the title "improving the quality of coal briquettes for household stoves small industries" and the result is an innovative product samples from biomass coal briquettes, that expected to meet the environmental criteria. Biomass adding to briquettes coal as the optimization, with parameters consist of the combination number of coal and biomass charcoal, mesh size of grains of raw materials and the briquettes form. To obtain the best performance of the briquette product so the tests for samples were conducted for the characterization of the briquettes. The stove used for test is designed and manufactured to meet the standard furnace with optimal performance, where the chamber made of heat-resistant ceramic with a protective aluminum metal casing that serves to accelerate the heating fuel. Characterization of test samples by using briquette stove and tested on a variety of special conditions for the test parameters setting consist of product method (manual, machine), how to dry briquettes (wind, oven) and the use of adhesive materials (starch, cement-bonded particleboard glue). Results of testing with the best thermal performance (heat power (kW) 0.83, efficiency (%) 47.81, the initial flaming is 5 minutes) may indicate a positive impact on the performance parameters of a sample of innovative products of coal-biomass briquettes.

Keywords: biomass coal briquette, stove for testing, characterization of briquette.

*Kelompok Energi – Pusat Penelitian Fisika – LIPI
Jl. Cisit No. 21/154D Komp. LIPI Bandung
Telp. 022-2507773 Fax. 022-2503050
E-mail: supriyatno03@yahoo.com / supriyatno04@gmail.com

Pendahuluan

Harga bahan bakar untuk rumah tangga yang menggunakan bahan bakar minyak (kompor minyak tanah) dan gas LPG saat ini dirasakan memberatkan karena harganya semakin meningkat. Penggunaan energi alternatif briket batubara yang sudah disosialisasikan oleh pemerintah masih banyak terkendala ketika digunakan masyarakat, diantaranya mutu briket batubara dan peralatan konversi energi tungku masih kurang memadai atau di bawah standar. Mutu batubara yang sudah ada di pasaran umumnya sulit dan memakan waktu lama pada penyalaan awal. Pada tungku briket, dinding ruang bakar yang terbuat dari logam terkena bara api akan cepat rusak, sedangkan dinding yang terbuat dari bahan keramik mempunyai kendala waktu lama saat penyalaan awal. Sehubungan dengan hal tersebut di atas banyak masyarakat baik pengusaha maupun pengguna, ingin mendapatkan informasi dan teknis briket dan tungku yang mempunyai kinerja baik sebagaimana mereka menggunakan kompor minyak tanah.

Masalah penggunaan batubara sebagai bahan briket dikarenakan bahan baku alam batubara tidak siap pakai karena kualitasnya rendah dan banyaknya bahan pengotor. Berdasarkan data lapangan, kualitas Indonesia umumnya rendah, banyak bahan pengotor, kadar abu tinggi dan nilai kalori < 6000 kkal/kg.

Penggunaan batubara Indonesia sebagai bahan briket masih banyak kendala dikarenakan bahan baku alam batubara tidak siap pakai karena kualitasnya rendah seperti kadar abu dan sulphur tinggi. Untuk itu dilakukan pengembangan energi alternatif dengan melakukan inovasi briket batubara-biomassa untuk rumah tangga/industri kecil dan tungku briket.

Keuntungan dari dampak program ini adalah: dapat membantu tumbuhnya industri kecil dan menengah untuk memproduksi briket batubara, disamping membantu pemerintah dalam menghadapi krisis energi bahan bakar minyak dan gas di rumah tangga dengan penyediaan energi alternatif batubara.

Landasan Teori

Briket batubara biomassa adalah inovasi briket batubara dengan penambahan biomassa dengan tujuan mendapatkan bahan bakar briket yang masih bernilai kalori tinggi tetapi dengan kadar sulfur yang lebih rendah. Jenis briket ini masih belum terdaftar dalam standar kualitas batubara sebagai bahan bakar. Dalam karakteristik briket dilakukan pengujian thermal dengan menggunakan tungku uji dimana parameter pengamatan adalah sebagai berikut: konsumsi bahan bakar adalah jumlah berat bahan bakar briket digunakan untuk satu kali masak hingga air mendidih (kg). Waktu pengapian adalah jumlah waktu digunakan selama satu kali masak (menit). Daya tungku adalah jumlah energi masak per satuan waktu (kJ/det). Efisiensi tungku adalah perbandingan antara jumlah energi panas yang digunakan untuk memasak

dan energi yang tersedia di dalam bahan bakar, dirumuskan dengan:

$$\eta = \frac{m_{air} C_{p_{air}} \Delta T + m_{uap} C_{p_{uap}}}{m_{bb} \times \text{Nilai Kalor}} \times 100\% \quad (1)$$

Metodologi

Pencapaian sasaran inovasi dengan melakukan antara lain: studi kaji literatur, penyiapan standar teknis pengujian yang memadai seperti ruang uji, parameter uji dan peralatan ukur, penyiapan tungku uji coba dengan desain dan konstruksi tungku dengan parameter bahan dinding ruang bakar, alat bantu alir udara, matras manual untuk uji coba, rancang desain matras manual dan mesin untuk pembentukan briket, pencampuran dan pembentukan briket biomassa kombinasi batubara dengan parameter uji komposisi, uji coba karakteristik mutu briket dengan parameter komposisi campuran bahan, pada tekanan, suhu dan bentuk briket tertentu, uji coba kinerja tungku (daya, efisiensi) menggunakan briket hasil uji coba, analisis dan optimasi hasil uji coba.

Penelitian dilakukan dengan cara menentukan hasil optimasi dari uji coba parameter antara lain: kombinasi jumlah persen campuran dan ukuran mesh bahan baku batubara semikokas dan biomassa, daya tekan pada suhu pencetakan normal. Keluaran yang diperoleh dari hasil pengamatan adalah:

- tingkat suhu nyala dan kecepatannya
- mutu briket berupa nilai kalor dan efektifitas lama nyala
- tingkat polusi dari gas berbahaya seperti CO dan SOx

Hasil dan Pembahasan

Dalam pembuatan briket batubara biomassa dilakukan kegiatan antara lain: desain dan pembuatan peralatan matras (di bengkel matras UKM) dan pengujian karakteristik briket (di laboratorium Fisika Industri Energi dan Lingkungan Bandung). Ruang uji yang digunakan telah memenuhi syarat kondisi uji karena dilengkapi ventilasi dan *exhaust fan* serta ruang penyimpanan briket yang aman. Sedang peralatan uji yang digunakan cukup memadai terdiri dari: alat pengerus batubara dan arang biomassa, ayak 40 dan 60 mesh, bak dan alat pengaduk, timbangan, kompor pemanas, tungku pemanas dengan kontrol suhu, alat pencetak/matres briket, *press* hidrolik, rak penyimpanan dan pengeringan sampel, *stop watch*, tabung sampel gas, alat uji tekan dan tarik.

Bahan. Batubara semikokas. Sesuai dengan rancangan penelitian bahan digunakan adalah batubara semikokas hasil produksi tungku pengarang batubara di lokasi Bayah Banten yang merupakan hasil kegiatan IPTEKDA X LIPI 2007 dari Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI Serpong. Hal ini merupakan upaya pemanfaatan lokal Jawa yang

mempunyai kendala kualitas rendah seperti kadar abu tinggi > 10% dan Sulphur > 1%. Data spesifik batubara semikokas tersebut seperti tertera pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Spesifikasi Sampel Batubara Semikokas IPTEKDA LIPI 2007

No.	Parameter	Kadar	Satuan
1	Fixed Carbon	73,12	%
2	Volatile mater	13,64	%
3	Moisture content	3,30	%
4	Ash content	9,94	%
5	Calori Value	7268	Cal/gr

Biomassa Arang. Bahan baku biomassa menggunakan batok arang produksi lokal Bandung (Awiligar) proses pembuatannya dilakukan secara tradisional dalam waktu 10 jam lamanya. Bahan baku batok kelapa diambil dari limbah sampah pasar batok kelapa daerah Bandung dan sekitarnya. Berdasarkan survey lapangan rendemen hasil pengarangan terdiri arang batok 20%, bubuk arang 15%, ter 5% dan lainnya seperti gas asap 60%.

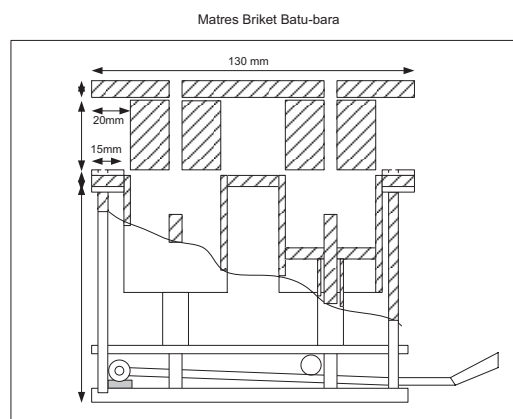
Bahan Pembantu/ Penambah. Bentonit digunakan sebagai bahan pembantu sesuai dengan hasil studi literature pada pembuatan briket biomassa dengan alasan agar pada proses pembakaran briket dapat mempertahankan bentuk asalnya hingga akhir proses pembakaran. Hal ini dapat memudahkan pada pembersihan ruang bakar tungku yaitu cukup dengan mengangkat abu briketnya saja.

Natrium nitrat (NaNO_3) digunakan sebagai bahan penambah adalah untuk membuat proses penyalan briket lebih cepat, hal ini disebabkan oleh terjadinya pelepasan O_2 di dalam briket pada saat proses pemanasan sehingga dapat membantu proses pembakaran.

Tepung tapioca (aci) dibuat adonan campur air dan dipanaskan untuk digunakan sebagai perekat dengan alasan kemudahan karena tepung tapioca mudah diperoleh di pasar lokal. Bahan perekat alternatif digunakan semen dengan campuran lem kayu sebagai pengganti kanji.

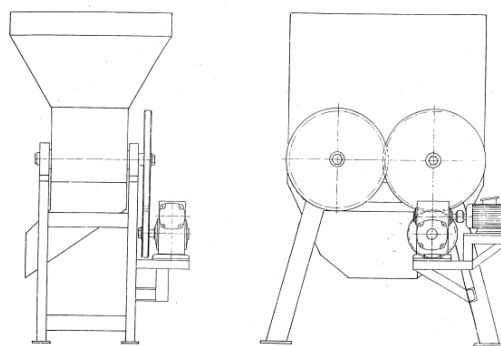
Komposisi zat penambah tersebut sesuai dengan hasil studi literature adalah 10%. Pada penelitian ini dibuat komposisi terdiri dari bentonit 5%, natrium nitrat 2,5%, dan tapioca 2,5% yang dibuat adonan kanji dengan penambah air secukupnya.

Rancang bangun dan konstruksi matras manual. Telah dilakukan pembuatan rancangan dan konstruksi matres briket bentuk standar untuk keperluan uji coba dengan parameter jumlah komposisi dengan mesh, tekanan dan suhu tertentu pada pencetakan. Bentuk dan gambar teknis matres seperti tertera pada gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Matres Manual Briket Batubara Bentuk Standar (silinder).

Untuk variasi parameter telah dilakukan rancang bangun dan konstruksi mesin cetak briket dengan bentuk oval untuk digunakan dalam penelitian ini, seperti tertera pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Mesin Cetak Briket

Pembuatan briket kegiatannya terdiri dari:

Preparasi bahan baku. Batubara semikokas dan arang batok sebagai bahan baku masih berbentuk butiran kasar berdiameter 1 – 50 mm. Sesuai dengan hasil studi literatur bahan baku briket memerlukan ukuran butiran yang lebih halus antara 40 – 60 mesh.

Penyiapan peralatan. Peralatan yang perlu dipersiapkan antara lain: ember, sendok pengaduk, panci dengan pengaduk, kompor memasak, sarung tangan, masker, timbangan, gelas ukur, kaleng silinder pencampur butiran, matras briket, alat pres, rak penyimpanan dan pengeringan.

Pencampuran bahan baku dan penambahnya. Setelah masing-masing jumlah bahan baku briket dan penambahnya dipersiapkan kemudian bahan tersebut dicampurkan menjadi satu dan diaduk rata secara

manual di dalam kaleng pencampur yang ditutup rapat dengan cara diangkat dan dibolak-balik demikian sehingga campuran butiran batubara semikokas, arang biomassa, bentonit, menjadi rata. Selanjutnya membuat adonan kanji dari tepung tapioca (aci) dengan cara mencampur air secukupnya dan dipanaskan kemudian dituangkan ke dalam campuran butiran tersebut dan diaduk lagi hingga homogen rata dan siap cetak yang ditandai dengan kepalan tangan dari campuran tersebut tidak buyar/pecah.

Pencetakan. Proses pencetakan briket secara manual menggunakan matras hasil cetak bentuk silinder dan alat pres hidrolik.



Gambar 3. Bentuk Briket dan Rak Pengering

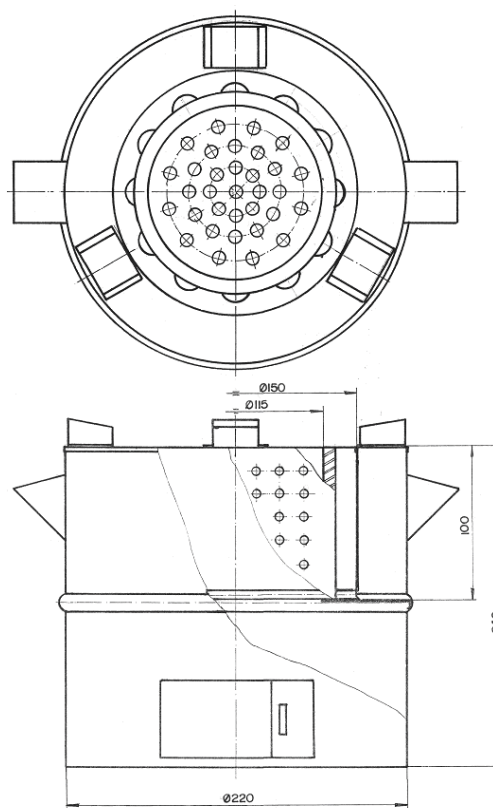
Selain itu pencetakan briket dilakukan pula dengan menggunakan mesin briket hasil rancangan dan pembuatan konstruksi dari PPF – LIPI dan kegiatan pencetakan briket seperti tertera pada gambar berikut:



Gambar 4. Uji Coba Mesin Briket

Pengeringan. Proses pengeringan briket yang baru dicetak dilakukan dengan cara dibiarkan kering angin di dalam ruangan terbuka yaitu dengan menyimpan briket di atas rak aluminium sebelum dijemur matahari dalam beberapa saat. untuk variasi parameter pengeringan briket dilakukan dengan menggunakan oven pengering dengan suhu 100 °C.

Tungku Briket. Tungku briket untuk uji coba menggunakan tungku briket masak untuk rumah tangga yang sudah dimodifikasi demikian sehingga memenuhi kriteria antara lain: kapasitas jumlah bahan bakar kecil karena dalam uji coba jumlah sampel bahan bakar terbatas, jadi tungku ini tidak dapat mewakili tungku untuk kapasitas memasak yang sesungguhnya. Tetapi dapat menguji kinerja antara lain penyalan briket terdiri dari kemudahan menyala dan ketahanan lama bara api briket menyala, sedangkan untuk kinerja lainnya meliputi dari efisiensi termal, daya panas, kinerja suhu tungku di bawah panci memasak (maksimum, minimum dan rata-rata) dan kecepatan waktu memasak.



Gambar 5. Tungku Uji yang digunakan pada Pengukuran Kinerja Sampel Briket

Tungku uji ini merupakan modifikasi dari tungku briket batubara skala rumah tangga yang ruang bakarnya dipekeril (dari berdiameter 300 mm menjadi 250 mm).

Sebagai *output* hasil kegiatan penelitian Tematik Pusat Penelitian Fisika – LIPI tahun 2007 telah diperoleh contoh sampel briket bio arang batubara yang mempunyai karakteristik dan sifat-sifat sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Briket Bio Arang Batubara

Uraian	Spesifikasi	Keterangan
Bahan baku	Arang batubara	
Bahan imbuhan	Arang biomassa batok kelapa	
Ukuran butiran mesh	40	
Perekat	Kanji	
Kuat tekan (kg/cm ²)	23, 62	Di bawah standar
Kadar abu	17,5 %	
Bentuk geometri	Silinder	(D = 4 cm, T = 3 cm)
Nilai Kalori (kkal/kg)	5790.95	
Tungku Uji		
Waktu Nyala bara (menit)	5	
Waktu efektif masak (menit)	≥ 100	
Kinerja Suhu (°C)	200 - 300	
Kec. Air mendidih (menit)	20	1000 gram, 3,79 kW
Effisiensi Tungku (%)	31,41	
Aspek Lingkungan		
CO (%)	0-1,3	0 (ditiup), 1.3 (tdk ditiup)
SO _x (%)		Basis total sulphur bahan baku = 0,36

Dengan penggunaan tungku uji ini dapat dipelajari kinerja hasil pembuatan sampel briket dengan parameter komposisi bahan baku batubara semikokas dan arang biomassa, diantaranya optimasi kinerja penyalan dan lama waktu briket menyala, yang diperoleh dari hasil perbandingan percobaan tungku uji dengan berbagai komposisi campuran biomassa. Di samping itu hasil uji laboratorium batubara seperti nilai kalori, kadar sulphur dan analisa kimia dari emisi gas buang tungku menentukan hasil pemilihan untuk optimalisasi kualitas briket yang baik. Demikian pula dengan hasil uji kuat daya tekan briket telah dilakukan dan hasilnya untuk briket dengan parameter kondisi briket dicetak manual dan jumlah komposisi batubara dan biomassa 4:5, maka kuat daya tekan briket adalah 23.62 kg/cm², dimana luas bidang permukaan briket 11,78 cm².

Dalam penelitian telah dilakukan pengujian briket batubara biomassa dengan berbagai parameter uji diantaranya K1 dengan kondisi briket dicetak manual kering angin, perbandingan batubara (BB) terhadap biomassa arang (A) 5:4, K2 briket cetak manual, kering oven, perbandingan BB:A ; 5:4, K3 briket cetak mesin, kering oven, perbandingan BB:A ; 9:0 dan K4 briket cetak mesin, kering oven, perbandingan BB:A ; 5:4. Hasil analisis perhitungan dan pengujian briket dengan parameter tersebut di atas seperti tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Data Uji Air Mendidih Tungku Briket Prototip/ Inovasi

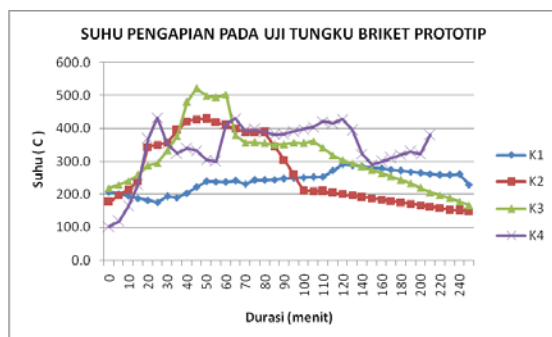
No	Variabel	Kondisi Batubara Prototip	
		Kondisi 1	Kondisi 2
1	Konsumsi BB (kg)	0.75	0.45
2	Waktu Pengapian (menit)	245.00	110.00
3	Daya Tungku	1.25	1.65
4	Berat Air Awal	4.00	4.00
5	Jumlah Air Menguap	1.25	0.90
6	Waktu Mendidih	55.00	50.00
7	Std. Spesifik Kons. (SSC)	0.57	0.48
8	Efisiensi (%)	22.14	29.38
9	Kecepatan mendidih	13.75	12.50
10	Waktu Penyalan	20.00	5.00
11	Kadar Abu		13.39

No	Variabel	Kondisi Batubara Prototip		Ket.
		Kondisi 3	Kondisi 4	
1	Konsumsi BB (kg)	0.49	0.43	kg
2	Waktu Pengapian (menit)	205.00	210.00	menit
3	Daya Tungku	0.98	0.83	kJ/detik (kW)
4	Berat Air Awal	4.00	4.00	kg
5	Jumlah Air Menguap	1.03	1.69	kg
6	Waktu Mendidih	60.00	55.00	menit
7	Std. Spesifik Kons. (SSC)	0.46	0.24	
8	Efisiensi (%)	28.95	47.81	%
9	Kecepatan mendidih	15.00	13.75	menit/kg
10	Waktu Penyalan	10.00	5.00	menit
11	Kadar Abu	29.29	16.00	%

Berdasarkan tabel hasil analisis perhitungan tersebut di atas dapat dilihat kinerja tungku terbaik adalah penggunaan briket dengan parameter kondisi K4 dimana sampel briket mempunyai perbandingan BB : A ; 5 : 4, perekat menggunakan kombinasi semen dan kayu dengan bentuk briket oval, kondisi kering oven dengan waktu 3 jam, kenaikan suhu untuk memasak dan penyalan awal relatif cepat. Hasil efisiensi panas tungku 47,81% merupakan yang tertinggi atau kinerja terbaik tungku dapat dilihat pada

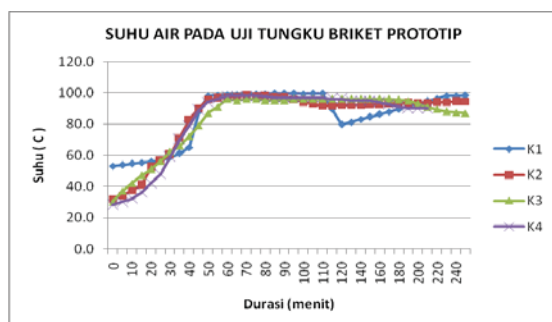
banyaknya jumlah air yang diuapkan. Daya tungku relatif kecil (0,83). Lama waktu pengapian 210 menit.

Untuk melihat kinerja suhu secara berkelanjutan dapat dilihat pada grafik 6 sampai dengan 8 berikut:



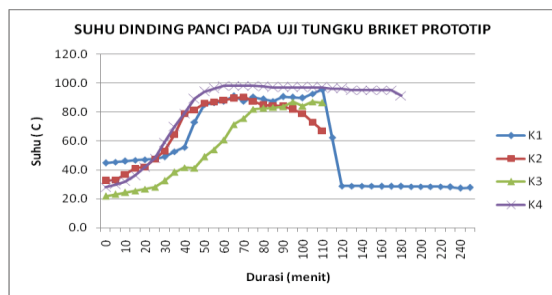
Gambar 6. Grafik Suhu Pengapian pada Tungku Briket Prototip

Terlihat suhu pengapian cukup tinggi dan pada kondisi K4 relatif stabil.



Gambar 7. Grafik Suhu Air pada Uji Tungku Briket Prototip

Dapat dilihat umumnya briket hasil uji coba dapat digunakan untuk memasak.



Gambar 8. Grafik Suhu Dinding Panci pada Uji Tungku Briket Prototip

Terlihat suhu dinding ruang bakar pada kondisi K4 relatif tinggi.

Tabel 3. Keterangan Gambar 6, 7 dan Gambar 8

Uraian	kadar Batubara	Wkt P/Sh P	Perekat	Ket
K1	BB (0.5), A (0.4)		Aci	Ma, S, A
K2	BB (0.5), A (0.4)	12 jam (100 °C)	Aci	Ma, S, O
K3	BB (0.9), A (0)	6 jam (100 °C)	Lem ky + semen	Ms,O
K 4	BB (0.5), A (0.4)	3 jam (100 °C)	Lem ky + semen	Ms, Ovl, O

Keterangan: Ma = manual ; Ms = mesin ; S = Silinder ; Ovl = oval ; A = Angin ; O = Oven ; Wkt P = Lama Pengeringan ; Sh P = Suhu Pengeringan

Kesimpulan dan Saran

Uji coba karakteristik briket batubara biomassa telah dilakukan dengan hasil yang cukup baik yaitu briket batubara biomassa dengan kondisi K4 hasil cetak mesin kering oven, komponen batubara 0,5 dan arang biomassa 0,4, bahan perekat 0,1 berupa semen dan lem kayu. Kinerja tungku uji mempunyai daya panas 0,83 kW dengan efisiensi tungku 47,81%, kinerja waktu pengapian awal dan kecepatan memasak relatif cepat. Sebagai saran tindak lanjut adalah usaha pengembangan contoh prototip briket hasil penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan membuat demoplant produksi.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian – LIPI yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan penelitian serta memberikan kesempatan mengikuti seminar juga kepada seluruh rekan PPF – LIPI yang telah mendukung kegiatan ini.

Daftar Pustaka

- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2006, *Peraturan Pembuatan dan Pemanfaatan Briket Bahan Bakar Padat*, Direktorat Pembinaan Pengusahaan Mineral.
- Sumaryono, Yuyun Basyuni, Suripto, 1995, *Proses Pembuatan Biocoal dan Rancangan Tungku Pembakarannya*, PUSLITBANG Teknologi Mineral Balai Besar Industri Keramik, Lokakarya Teknologi Tepat Guna Energi Non-Konvensional untuk Pembangunan di Indonesia, XVI 1-23.
- Supriyatno, dkk, 2007, *Peningkatan Kualitas Briket untuk Tungku Rumah Tangga*, Laporan Akhir Kegiatan DIPA 2007, Pusat Penelitian Fisika – LIPI, Bandung.
- Supriyatno, dkk, 2008 *Peningkatan Kualitas Briket untuk Tungku Rumah Tangga*, Laporan Akhir Kegiatan DIPA 2008, Pusat Penelitian Fisika – LIPI, Bandung.